第１章　漂白工程の化学物質排出量等管理マニュアル

はじめに

漂白工程は木材パルプの生産、布地の染色等において、原料素材の持つ色素を除去するために用いられる工程であるが、特に塩素ガス、次亜塩素酸塩を使用した化学パルプの漂白工程では、木材に含まれるリグニンと塩素ガスの反応により、非意図的に第一種指定化学物質であるクロロホルムが発生するため、事業所における適正な管理が求められている。

日本製紙連合会（以下、「製紙連合会」という。）が平成９年に発表した製紙工場からのクロロホルム発生量調査以降、製紙連合会の自主管理計画に沿ってクロロホルム発生量は順調に減少してきた。平成 19 年末現在、国内のほとんどのクラフトパルプ漂白工程で、塩素ガスを使用しないＥＣＦ（Elemental Chlorine Free）漂白方法が導入され、ＥＣＦ化が完了した工場では、クロロホルムの発生量が導入前と比較して激減し、化管法による届出が義務付けられている取扱量１トンを下回る排出量に抑制されている。

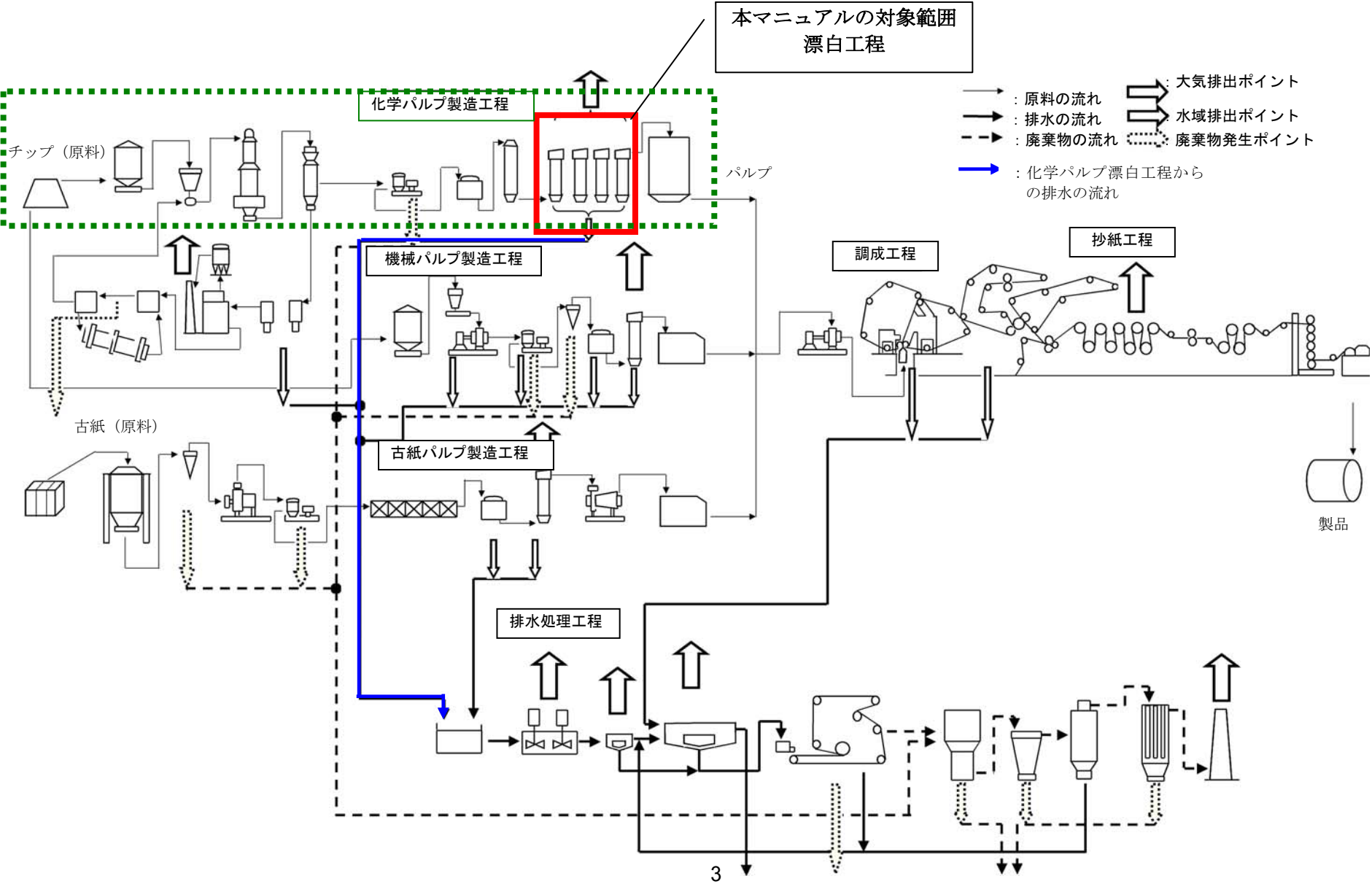
このマニュアルでは、製紙連合会の自主管理計画を題材として、「化管法」第３条の規定に基づく「指定化学物質等取扱事業者が講ずべき第一種指定化学物質等及び第二種指定化学物質等の管理に係る措置に関する指針」（以下、「化学物質管理指針」という。）に留意した、事業者による指定化学物質等の適正な管理及び使用の合理化の自主的な取組みの例を紹介するものである。これまでに行われた様々な漂白工程のクロロホルム発生量削減の取組みの実例に基づいて、他の業種において、指定化学物質等の適正な管理を目指す場合の参考とされることを目的とする。

製紙工業全体の指定化学物質排出ポイントを３ページの図に示した。製紙工業においては、化学パルプ、機械パルプ、古紙パルプのそれぞれの漂白工程があるが、このうちクロロホルムが発生する漂白工程はリグニンが原料木材に含まれ、漂白に塩素を使う化学パルプのみである。

本マニュアルでは化学パルプのうちもっとも一般的なクラフトパルプを取り上げた。化学的あるいは機械的作用によって繊維状に離解されたままのパルプ中には、多かれ少なかれ着色物質が含まれている。白さを特に必要としない用途向けのものは別として、一般に何らかの手段によってパルプの白さを増すことが必要である。漂白の主要目的はパルプ中の着色物質を分解あるいは除去することにより、視覚的な白さを増すことである。化学パルプのほとんどを構成する炭水化物（セルロースおよびヘミセルロース）は、本来、無色（白色）である。したがって、パルプの白色度はリグニン、樹脂などの着色物質を除去することにより上昇する。

晒クラフトパルプの場合は、高白色度のパルプを得るために、リグニンをほぼ完全に除去する漂白方法が用いられる。狭義の漂白工程は、パルプを化学薬品に晒す、晒工程（3 ページの図の赤枠部分）のみを指し、クロロホルムは、この晒工程のみで発生するが、クロロホルム発生量を左右するリグニンの除去は最初のパルプ蒸解工程から行われており、クラフトパルプの場合、漂白工程は蒸解工程の補足・延長とみなすことができる。

本化学物質排出量等管理マニュアルは、「化学物質排出把握管理促進法」第３条の規定に基づく「化学物質管理指針」に留意した、事業者による指定化学物質等の適正な管理及び使用の合理化の自主的な取組みの手引きを目的として作成されたものである。

ここでは、事業者は、労働安全衛生法、毒物及び劇物取締法、消防法等の化学物質の安全に関する法令や水質汚濁防止法、大気汚染防止法等の環境保全に関する法令等その他の法令を遵守して事業活動を行っていることを前提としていることに留意されたい。

１．管理の体系化

１．１． 化学物質管理の方針

管理体制が十分機能を発揮し、管理の改善を図るためには、指定化学物質等の排出管理に関する基本的な考え方、理念を基本方針として表明することにより、積極的かつ継続的に排出量管理に取組む姿勢を組織全員に示すことが重要である。

製紙連合会の自主的取組として平成 9 年 3 月に発表された､｢有害大気汚染物質に関する自主管理計画」の「１．基本的な考え方」が化学物質管理の方針に相当している。

１．基本的な考え方
この自主管理計画は、以下の基本的な考え方により策定した。

(1) この自主管理計画は、平成 9 年 1 月 20 日に制定した日本製紙連合会（以下製紙連合会という）｢環境に関する自主行動計画」を遵守し、優先取り組み物質のうち該当する有害大気汚染物質の排出量抑制に努めるべく、策定したものである。

(2) この自主管理計画は製紙連合会として策定するものであり、製紙連合会会員各社（以下会員会社という）は、この自主管理計画に基づき排出抑制対策を各々策定し、実行する。

(3) 当業界で該当する有害大気汚染物質は、非意図的な発生・複製によるものがほとんどであり、発生のメカニズムもよく分かってない面も多く、今後、それらの解明に鋭意努めるとともに排出抑制対策を推進する。実行計画は、費用対効果の高いものを優先し、実行の難易度（技術的可能性、実施時期など）も考慮していくものとする。

(4) 製紙連合会は、定期的に会員各社の自主管理計画、実績のとりまとめを行い、製紙連合会の自主管理計画の進捗を確認し、必要に応じて関係先に情報提供を行う。

(5) 製紙連合会は、会員団体（団体として加盟している組合等）や非会員会社に対しても製紙連合会の自主管理計画に基づき行動することを勧奨するとともに、適宜必要な情報交換を行って相互の排出抑制対策等の参考に資する。

(6) 本計画に係る製紙速合会内の担当は環境保全委員会大気対策小委員会とし、関係委員会との緊密な連携を図りながら計画を推進する。

(7) この自主管理計画の達成目標は平成 11 年度末とする。平成 12 年度以降の計画は、それまでの削減実績や排出抑制技術に関する調査の結果等を踏まえて見直す。

１．２．管理計画の策定

指定化学物質等を適正に管理するためには、管理計画を策定し、現状の取扱いの実態及び化学物質が環境に及ぼしている影響を的確に把握すると共に、目標と目標を達成する時期を明確にして、組織的、継続的に取り組むことが必要である。
組織的に取り組むためには、5W1H（誰が、何を、いつまでに、どれだけ、どのようにして）を明確にした計画を策定する。
また、継続的に取り組むためには、管理計画の中に計画-実行-評価-改善の繰り返し(PLAN-DO-CHECK-ACT（P-D-C-A）サイクル)を組み込むことが重要である。

製紙連合会では、平成７年からクロロホルムの排出状況の調査を行い、7 社 17 工場 23 プラントの調査結果等を基に生産比率から､会員会社合計の大気排出量を 1,500 トン/年と推定した。これを基に、有害大気汚染物質削減の自主行動計画の実施にあたり、会員会社に対して、会社ごとの数値目標の設定を要請した。

製紙連合会は、平成９年５月 27 日付けの文書で、クロロホルムを含む３物質を自主管理の対象物質とすること、平成８年度のクロロホルム排出量を 100%として、平成 11 年度の排出抑制目標を 20%（注：その後、平成９年９月の基準値の修正により、27.5%に変更されている。）とすることが示され、会社単位、工場単位の目標値と排出抑制対策計画を毎年度、日本製紙連合会に届出することが求められた。この有害大気汚染物質、自主管理計画指針・フローと届出様式から、クロロホルムについてのみ、抜粋したものを参考資料１に示した。

１．３．管理計画の実施

（１）組織体制の整備

指定化学物質等を取り扱う事業所においては、策定した管理計画が円滑に進むように、組織体制を整備する。

製紙連合会の自主管理計画では、会員会社本社の環境管理部門が製紙連合会への届出担当者となり、各工場の化学物質管理担当者からの報告を取りまとめる組織体制になっている。

クロロホルムの排出量抑制対策はＥＣＦ化など経営判断を必要とする大型の設備投資が中心となるため、工場単位ではなく全社単位での管理計画が求められた。

（２）作業要領の策定

指定化学物質等を適正に管理し、排出量及び移動量の削減を行うためには、作業マニュアルとともに組織体制の下に文書化することにより管理計画を確実に実行することが必要である。

製紙工場では、原料投入の蒸解工程から、漂白工程、抄紙工程へと一貫して 24 時間連続運転が行われ、デジタル分散制御システム（DCS）の導入により、プラントの中央監視／操作によるプラントの自動化による運転管理がなされている。また、原料のチップは天然物である

ため、性質にはばらつきがあり、温度、漂白薬品量、反応時間が同一であっても、パルプ漂白結果やクロロホルムの発生量が変動することは避けられない。

よって、パルプ漂白工程における指定化学物質等を管理する上での作業要領としては、クロロホルムの測定頻度、方法、サンプル採集ポイントや届出の手順などが挙げられる。

（３）教育・訓練の実施

指定化学物質等の管理の改善を促進し、環境保全上の支障を未然に防止するために、課題の抽出、管理計画の推進、外部からの問い合わせへの対応等に関し、組織的な対応と同時に従業員一人一人がその責務を果たす必要がある。そのために教育・訓練を通して指定化学物質等を取り扱う者全てに方針、管理計画、作業要領の周知徹底を図ることが重要である。さらにそれらを遂行するために環境及び指定化学物質等に関する知識・資質の向上を図ることが重要である。

パルプ漂白工程で発生するクロロホルムは非常に希薄であるため、工程に従事する従業員が臭気や刺激性を感じることはなく、実際に使用する塩素などの化学薬品に比べて、取り扱いの実感を持ちにくい物質である。また、クロロホルムについては、大気汚染防止法や、化管法の指定化学物質となるまで、パルプ漂白工程の現場ではほとんど意識されたことがなかった。危険物取扱いなどの法令に定められた教育訓練のタイミングに合わせて、指定化学物質等についての教育・訓練も同時に行うことで、知識の向上を図った。

（４）他の事業者との連携

指定化学物質等の管理方法、適切な管理のための対策等を業界団体、地区の連絡協議会等を通じて、他の事業者と情報交換を行うことは、指定化学物質等の管理に関する相互のレベルアップを図ることに繋がる。

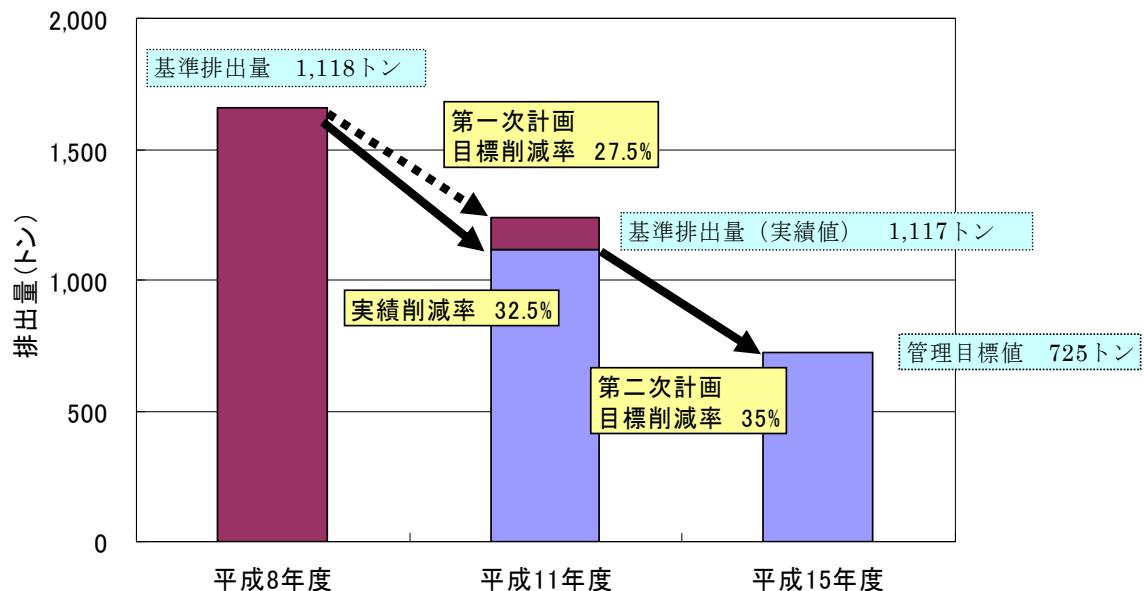
製紙連合会では技術環境部を設置し、各社の環境担当者の交流、情報交換、会員会社への広報などに努めている。先進的にＥＣＦ化を行った工場は紙パルプ技術協会で発行する協会誌上で操業実例や環境改善効果を発表しており、他の事業者がＥＣＦ化を検討する上での参考となった。

１．４．管理状況の評価及び方針等の見直し

管理計画は、適宜実施効果の確認を行い、評価し次の段階へ進むこと（P-D-C-A）が重要である。

製紙連合会では、１．２．で示した有害大気汚染物質削減の自主行動計画の結果を集計、削減目標を上回る排出抑制に達したことを把握した。会員会社各社では、さまざまなクロロホル

ム削減の技術開発が進み、それらを取り入れたことで、排出抑制がなされ、また、ＥＣＦ化など更なる削減技術の導入が予想されたため、平成 13 年に計画を見直し、新たな目標を設定した。

2,000
1,500
1,000
500
0
排出量(トン)
基準排出量　1,118トン
第一次計画
目標削減率　27.5%
基準排出量（実績値）　1,117トン
実績削減率　32.5%
管理目標値　725トン
第二次計画
目標削減率　35%
平成8年度
平成11年度
平成15年度

（出典：日本製紙連合会　第二次　有害大気汚染物質・自主管理計画平成 13 年）

２．情報の収集・整理

　管理・改善計画の策定及び実施にあたっては、取扱う指定化学物質等の種類、性状、受入れ、排出量を正確に把握するとともに指定化学物質等を取扱う設備・施設、その運転等の状況を把握することがまず必要である。
　これらを管理するための技術、手法等の情報を収集することに努めなければならない。
　また、各種トラブル・事故の情報については、総合的に分析・解析し、再発防止等の改善に役立てることも重要である。

　製紙連合会では、指定化学物質等削減を含む環境問題について積極的に取り組んでおり、自主行動計画およびそのフォローアップについて、下記の通りの発表を行っている。

有害大気汚染物質に関する自主管理計画	平成 13 年 9 月発表
揮発性有機化合物（VOC）に関する自主行動計画	平成 18 年 5 月発表
2006 年度自主行動計画（産業廃棄物）フォローアップ結果について	平成 18 年 9 月発表
第 1 回　揮発性有機化合物（VOC）フォローアップ結果	平成 18 年 10 月発表
環境に関する自主行動計画	平成 19 年 9 月発表

２．１．指定化学物質等の取扱量等の把握

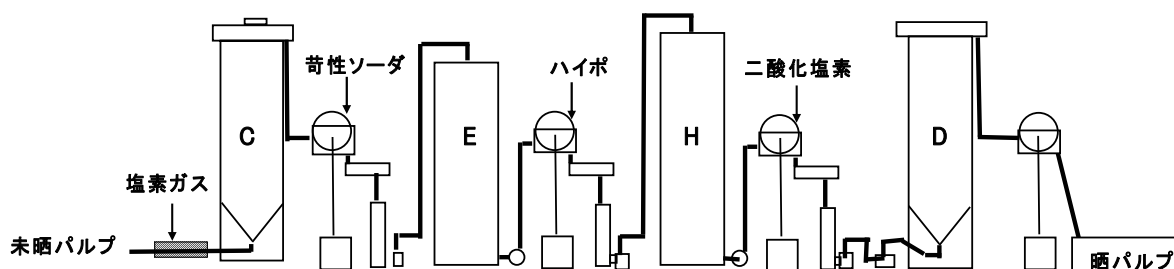
（1）漂白工程におけるクロロホルムの発生

クラフトパルプ漂白工程においては、化管法指定化学物質を購入して、工程に使用することはなく、次項（2）クロロホルムの発生機構で説明するリグニンの化学反応により、クロロホルムが非意図的に発生する。

パルプ漂白の目的はパルプ中に残存している有機不純物（主としてリグニン）を除去することであり、未晒パルプ中に含まれるリグニンの量と性質によって、その漂白性が決まる。この漂白は数種の漂白薬品を使用する多段漂白であり、各漂白段の略号として、以下の記号を用いるのが一般的である。

O	酸素
C	塩素
E	アルカリ抽出
H	ハイポ（次亜塩素酸ソーダ）
D	二酸化塩素
P	過酸化水素
Z	オゾン

これらの組み合わせは、例えば以下のように表記する。

C/D	塩素段に二酸化塩素を添加
Eo	アルカリ抽出段に酸素を添加
Eop	アルカリ抽出段に酸素と過酸化水素を添加

従来型４段漂白フローの例（この漂白シーケンスはCEHDと表記される。）

パルプの漂白工程においては、クロロホルムは、主に、フェノール性化合物であるリグニンと塩素またはハイポ（次亜塩素酸ソーダ）の反応によって生成されると考えられている。

漂白工程で発生するクロロホルムの大部分は、塩素段およびハイポ段で発生し、中でもハイポ段での発生が多い。アルカリ抽出段でも若干発生するが、これは塩素段からクロロホルム及びその前駆体の持込みによるもので、その発生は、初段・後段ともにごく微量である。

なお、塩素段の場合、酸性の状態ではクロロホルム量はそれほど多くないが、塩素排水を中性ないしアルカリ性にすることにより大量のクロロホルムが生成することが知られている。これは塩素処理で生成された前駆体がアルカリによって加水分解されクロロホルムに変化することによるものと考えられている。

（2）クロロホルムの発生機構

以下に、塩素段におけるクロロホルム発生機構を示す。すなわち、リグニンは塩素処理により塩素化を受けるが、さらに芳香環や側鎖の開裂を受けて低分子化し、その結果図のようなクロロケトンが生成されることによりクロロホルムが発生するものと考えられる。アルカリ抽出段におけるクロロホルムの発生は、あくまでも塩素段からの持込みよるもので、本質的には新たな生成はないと考えられる。

ハロホルム反応－1　（ケトン構造塩素化）

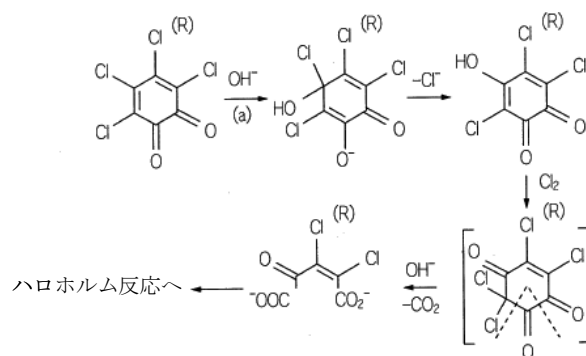
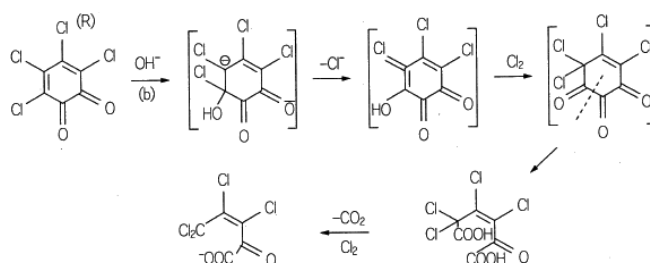
ハロホルム反応－2（クロロケトンの加水分解）

非縮合型リグニンの塩素化によるクロロホルムの生成

縮合型リグニンの塩素化によるクロロホルムの生成

以下にハイポ段におけるクロロホルムの発生機構を示す。リグニンの塩素化・分解により生じた塩素化カテコール類や塩素化α−キノン類が､アルカリ性下で弱い求電子性を有するハイポクロライドと反応してクロロホルムが生成される。また、塩素処理を経ずに直接ハイポ処理を行った場合にも、塩素処理に類似した反応でクロロホルムが生成される。

(a)

ハロホルム反応へ

(b)

リグニンのハイポ（次亜塩素酸ソーダ）処理によるクロロホルムの生成

（３）クロロホルム排出量の算出

ＰＲＴＲ届出のクロロホルム排出量の算出は、業界別ＰＲＴＲ算出マニュアル（製紙工業）の晒クラフトパルプ生産量からの概算式で推定を行うこともできるが、指定化学物資の管理のためには定期的に、排気中や排水中のクロロホルム量を参考資料２に示したような方法で測定し、正確な排出量を把握することが必要である。

塩素とハイポ（次亜塩素酸ソーダ）を使用する従来型の漂白工程では、パルプ生産量１ｔあたり、おおむね200～300ｇ程度発生するようであり、そのうちの約50～70%はハイポ段から発生する。なお、クロロホルムは沸点が61.2℃と低く、水への溶解度が280 mg/100 g （20℃）と低いため、発生量の半分以上は漂白排気として排出されるといわれている。

排出ポイントやマテリアルバランスについては、2001年に製紙連合会が発行した、に詳しい。同マニュアルよりクロロホルム排出量の算出方法を以下に抜粋する。

業界別ＰＲＴＲ算出マニュアル（製紙工業）より引用

クロロホルム

工程図および排出ポイント及び算出の考え方

物質名	クロロホルム（トリクロロメタン）		
政令番号	95	CAS No.	67-66-3
		裾切り	1.0 t/年
用途等	クラフトパルプ漂白時の副生成物		
備考	有害大気汚染物質に関する自主管理計画（日本製紙連合会）		

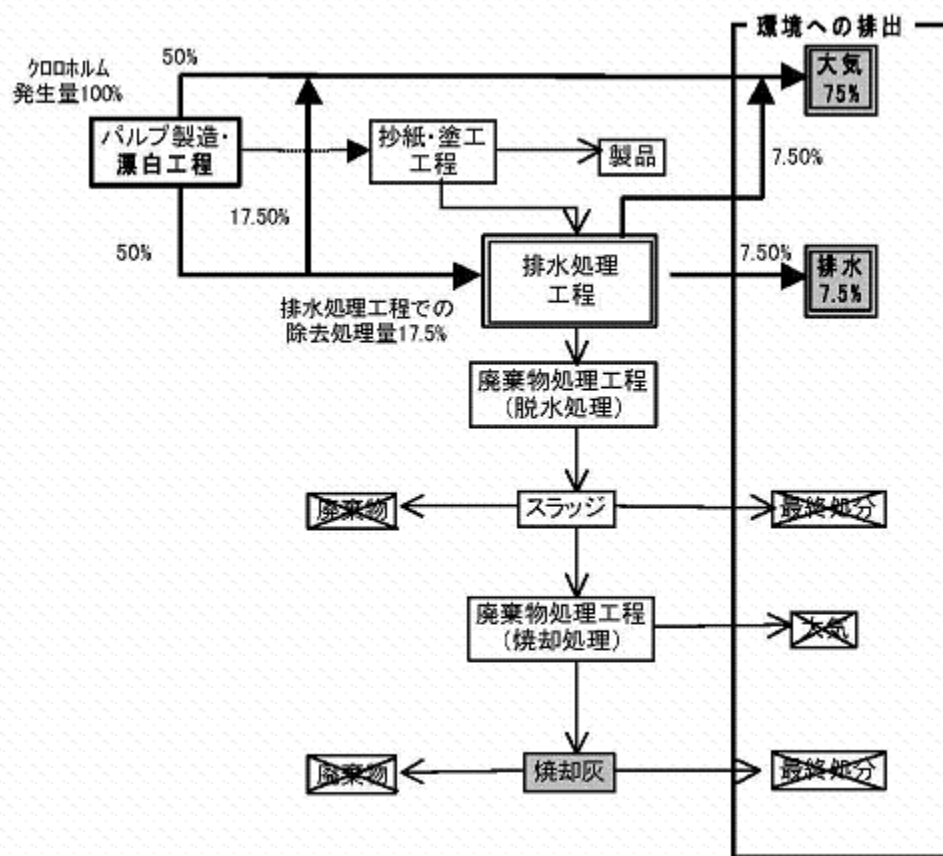
工場でバランスを作成されている場合は、各工場独自のバランスを優先し算定してください。バランスがない場合は、下記に示す式から発生量（取扱量）を計算し、下記のフロー 図の数値(%)を参考に算出して下さい。

◇パルプt当り発生量(g/t)=[87.8×塩素添加率(%)-92.7]

+[401×ハイポ（次亜塩素酸ソーダ）添加率(%)-15]

［参考文献：紙パ技協誌53(10)98~104(1999)

なお、大気と排水への排出量、及び、除去処理量の合計を取扱量（発生量）として下さい。

業界別ＰＲＴＲ算出マニュアル（製紙工業）より引用

排出事例　（クロロホルム：政令番号９５）

【算出例】

工場独自のバランスがない場合の算出例を示します。

(設備の概要)

工程･･･未晒パルプ(UKP)を漂白剤で漂白し、晒パルプ(BKP)を製造する

排水処理設備･･･クーリングタワーを併設した活性汚泥処理(除去処理効率 17.5%)

使用漂白剤･･･塩素、ハイポ（次亜塩素酸ソーダ）

前提条件(例)･･･BKP日産量：1,000ｔ

稼働日数：340日

塩素添加率：1.5%

ハイポ（次亜塩素酸ソーダ）添加率：0.5%

（１）クロロホルムの年間発生量(取扱量)の算出

塩素漂白段およびハイポ漂白段から発生する年間発生量(取扱量)を各々 算出し、 両者の合計から漂白工程から発生する年間発生量(取扱量)を算出します。

① 塩素漂白段におけるクロロホルムの年間発生量(取扱量)

＝(87.8×塩素添加率－92.7)(g/t)×BKP日産量(t/日)×稼働日数(日)÷1,000,000

＝(87.8×1.5－92.7)×1,000×340÷1,000,000(t/年)

＝13.3(t/年)

② ハイポ漂白段におけるクロロホルムの年間発生量(取扱量)

＝(401×ハイポ添加率－15)(g/t)×BKP日産量(t/日)×稼働日数(日)÷1,000,000

＝(401×0.5－15)×1,000×340÷1,000,000(t/年)

＝63.1(t/年)

③ 漂白工程に於けるクロロホルムの年間発生量(取扱量)

①＋②

＝13.3＋63.1(t/年)

＝76.4(t/年)

（２）大気への排出量の算出

モデルフロー図より、大気へ排出する量を算出します。

③×75%

＝76.4(t/年)×0.75

＝52.3(t/年)

（３）水域への排出量の算出

モデルフロー図より、水域への排出量を算出します。

③×7.5%

＝76.4(t/年)×0.075

＝5.7(t/年)

（４）排水処理設備による除去処理量の算出

モデルフロー図より、排水処理設備による除去処理量を算出します。

③×17.5%

＝76.4(t/年)×0.175

＝13.4(t/年)

２．２． 指定化学物質等及び管理技術等に関する情報収集

指定化学物質等の管理を継続的に行うためには、取り扱う指定化学物質等の性状等についても、最新の情報を入手する必要がある。また、改善事例についても、他の事業所などで実施され一定の効果が上がっている事例などが参考になる。最近は、インターネットも普及し、ＰＲＴＲ対象物質に関する情報や、指定化学物質等の管理に関する情報もネット上に掲載されており、経済産業省をはじめ関連するサイトの情報を入手し、活用することが有効である。

（独）製品評価技術基盤機構は、

①化学物質の番号や名称等から有害性情報、法規制情報や国内外機関によるリスク評価情報等を検索できる『化学物質総合検索システム』

②国内・国外のＰＲＴＲ制度対象物質を一覧できＰＲＴＲ制度対象化学物質についての物理化学性状データを検索できる『ＰＲＴＲ制度対象物質データベース』

③経済産業省が経済産業公報で公表した既存化学物質の安全性点検結果（分解性・濃縮性）を公開した『既存化学物質安全性点検データ』

を公表しており、以下のＷＥＢページに掲載されている。

http://www.safe.nite.go.jp/japan/db.html

また、管理対策を進めていくときに参考となる、有害大気汚染物質の対策技術とその経済効率をまとめた「有害大気汚染物質対策経済性評価報告書」（経済産業省・（社）産業環境管理協会）を公表しており、以下のＷＥＢページに掲載されている。

http://www.safe.nite.go.jp/airpollution/index.html

更に、国民理解の増進に参考となる、化学物質のリスク評価やリスク管理、リスクコミュニケーションとは何かということを正しく理解するための情報等を公開しており、以下のＷＥＢページに掲載されている。

http://www.safe.nite.go.jp/management/index.html

（独）製品評価技術基盤機構・（財）化学物質評価研究機構　「化学物質の初期リスク評価書 Ver.1.0」（（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構 委託事業、2005 年公表）

http://www.safe.nite.go.jp/risk/files/095riskdoc.pdf

経済産業省　「クロロホルムに関する化審法上の評価について」

http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g31009h50j.pdf

詳細リスク評価書 クロロホルム　ＮＥＤＯ-1 プロ成果報告書 版

http://unit.aist.go.jp/crm/mainmenu/zantei_0.4/chloroform_0.4.pdf

３．管理対策の実施

３．１．設備点検の実施

製紙工場のうち、漂白工程などのパルプ製造部門は年に2回の全工場停止以外、連続的に運転されるのが原則となっている。年に2回あらかじめ、工場全体の年間保全計画、或いは二、三年間の保全計画をつくり、それに基づいて実施する。連続運転工場では、法規該当機器の内部点検時期に合わせて定期修理を行うのが通例である。

クロロホルムの排出に関係する各漂白段の機器の点検は、定期修理をはじめ、指定化学物質等を取り扱う機器の点検整備をする場合には、点検整備計画の立案に際して、点検整備計画の中に織り込まれている。

３．２．　運転管理

（1）漂白工程における運転管理の指標

製紙工場では、原料投入の蒸解工程から、漂白工程、抄紙工程へと一貫して24時間連続運転が行われている。デジタル分散制御システム（DCS）の導入により、プラントの中央監視／操作によるプラントの自動化による運転管理が行われている。

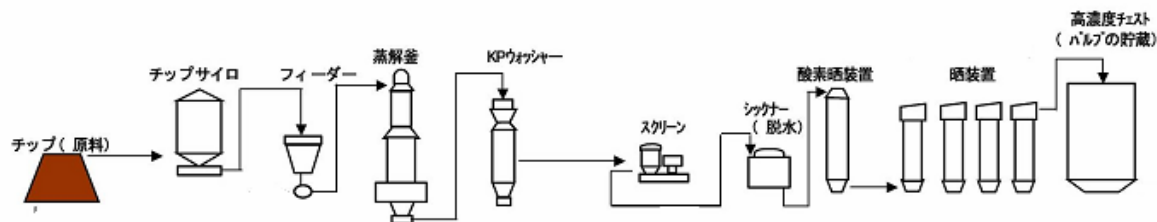
クラフトパルプの漂白では、残留リグニンの除去が主目的であるので、未晒パルプのリグニン量が分かれば、漂白性、つまり漂白薬品必要量をかなり正確に予測することができる。実際にはリグニン量そのものを直接測定するのではなく、間接的な簡便法が採用されている。

代表的な試験法としては、酸性溶液中でパルプのリグニンを酸化する過マンガン酸塩試験法がある。中でもカッパー価が広く用いられており、パルプ1gによって消費される0.02 mol/l（0.1N）過マンガン酸カリのml数として定義されている。カッパー価は、最近までJISに採用されていたK価の改良法である。反応終点において、添加した過マンガン酸カリの50%が残るように、添加量あるいはパルプ量を加減して試験するべきであるとの考えに基づいたものである。実際には、得られた値に、過マンガン酸塩消費量に応じたファクタをかけることにより、修正する方式を採っている。またカッパー価とリグニン含量との間には、以下の関係があると報告されている。

（リグニン、%）＝0.147　×　カッパー価

製紙工場では、漂白工程の各段の出口サンプルで測定されたカッパー価が予め定めた範囲に収まるように、運転管理が行われている。また、波長の異なる複数の光を用いることで褐色度の偏差測定が高精度に行えるインライン型の白色センサーの値も運転管理に利用されている。

（2）運転管理の目的

クロロホルムの発生は２．１．で説明したような発生機構による。ハイポ(次亜塩素酸ソーダ)段に持ち込まれる前に、カッパー価を出来るだけ下げること、つまり残留リグニンをその前の段階で減らすことにより、クロロホルムを削減できることが、知られている。そのため、準備、蒸解、洗浄、酸素漂白などの工程で脱リグニンを十分行うことが運転管理の目標となる。

クラフトパルプの製造工程

（3）準備工程におけるチップ厚さのコントロール

木材チップは蒸解釜において、苛性ソーダと硫化ソーダを主成分とする蒸解薬液（白液）により高温で蒸解され、脱リグニンが行われる。厚いチップと薄いチップが混在すると蒸解が均一に行われず、蒸解後の残存リグニンが増加する。そこで、チップ製造工場でチップの厚さをできるだけ均一にすることが重要である。クラフト蒸解に使用されるチップは、一般的に長さ 10～30㎜、厚さ 3～8㎜ 程度が適当とされており、このようなチップサイズに揃えるための設備として、チップスクリーンとチップスライサーやチップコンディショナー（厚いチップにクラックを入れる装置）などの使用が有効である。

（4）蒸解工程における均一な蒸解

低温で均一な蒸解によって、ブローカッパー価を低減させるとともに、リグニンの縮合を少なくして、漂白性を良くすることが重要である。蒸解薬液を多段で注入し、蒸解釜内のアルカリプロファイルをコントロールする MCC 法（Modified Continuous Cooking）を発展させ、釜内洗浄ゾーンを蒸解ゾーンに拡大して、低温長時間脱リグニンする ECMM 法（Extended MCC）法の蒸解設備が望ましい。

（5）洗浄工程におけるブラウンストックの洗浄

蒸解パルプを洗浄するのは二つの目的がある。①パルプから廃液を分離して、可能な限り清浄にする。②廃液をできるだけ希釈せずに回収して、蒸解薬品および熱源を得る。クラフトパルプでは、蒸解薬品に高価な苛性ソーダを使用することから、廃液をパルプから分離回収して燃焼させて、蒸解薬品を再利用する回収工程が製法の中に組み込まれ、回収を前提とした洗浄が行われるようになった。

近年では、パルプ処理工程に酸素晒を組み込んで、従来晒工程で行っていた脱リグニンの約

半分をパルプ処理工程で行われるようになってきた。漂白工程に持ち込むリグニンやCOD成分などをできるだけ減少させるために、効果的な洗浄を行う必要がある。プレス型洗浄機は従来機械パルプなど、ろ水性の悪いパルプの洗浄に多く用いられてきたが、希釈・抽出洗浄に置換洗浄の機能のあるプレス型洗浄機がクラフトパルプなどの洗浄にも用いられるようになった。特に、プレス型洗浄機を最終段に設置すると効果が高い。

（6）酸素漂白

従来の塩素に始まる漂白工程の前に､酸素による脱リグニン工程を付加することによって、塩素の使用量を大幅に削減することができる。酸素脱リグニンを効果的に行うために、酸素とパルプを効率的にミキシングし、適正な温度と圧力で反応させることが重要である。2 段酸素脱リグニンでは更に脱リグニンが促進される。

酸素脱リグニンは、コスト、廃液処理の面からみても、魅力的な方法であり､「有害大気汚染物質に関する自主管理計画」の開始年の平成 9 年時点で、日本国内では、ほとんどすべてのプラントにこの酸素漂白が導入されていた。

酸素脱リグニン過程における化学反応では、酸素から二次的に発生するラジカルによって、セルロースが分解されると考えられている。セルロースの分解は、パルプ収率を低下させるため、酸素漂白による漂白の強化には限界がある。

（7）ミキシング効率向上による薬品の削減

中濃度流動化ミキサは国内一般にMCミキサと呼称される。漂白薬品を添加したパルプスラリーに高い剪弾力を与えて流動化させて混合するミキサである。この中濃度流動化ミキサはパルプミキシング技術を大きく変化させた。これまでのミキサと比較してミキシング効率がはるかに良くなり、漂白薬品の消費量を節減できること、液体の薬品のみならずガス体の薬品も容易に混合でき、塩素段ではディスパーザの水が不要となり、酸素漂白では中濃度処理が可能となった。

３．３．廃棄物の管理

パルプ漂白工程で発生するクロロホルムは、排気または排水として排出されるため、廃棄物として管理するものはない。

３．４．設備改善等による排出抑制事例

漂白装置の排気口にスクラバーを設置しクロロホルムを吸着することで局所的には排出量を削減することができるが、スクラバーから回収した排水を処理する際にクロロホルムが大気排出されてしまう場合は、総量として排出を抑制することはできない。　なお、活性汚泥による排水処理工程において、クロロホルムは一部分解すると考えられる。

パルプ漂白工程から排出される排気、排水は莫大であり、その中に希薄に含まれるクロロホ

ルムを回収することは効率が悪く、現実的ではない。

４．指定化学物質等の使用の合理化対策

クラフトパルプ漂白工程では指定化学物質は使用されていないため、使用の合理化はできないが、漂白の薬剤を削減することによって、反応物であるクロロホルムの発生を削減する試みが行われてきた。

４．１．　塩素使用量の削減

塩素漂白段で二酸化塩素を併用することで、塩素使用量を削減することができる。1950 年代の初めまでは、CEHD のシーケンスで代表されるように、最終段だけが二酸化塩素段であるのが一般的であった。その後、2 つの二酸化塩素段の間にアルカリ抽出段を挟むと、強度の損失をほとんどなしにクラフトパルプを白色度 90%まで漂白できることが見出され、1960 年代にはCEDED のシーケンスのように、二酸化塩素段を 2 つ含むシーケンスも一般的になった。二酸化塩素の優れた漂白効果は、1921 年に Schmidt により見出だされた。しかし、工業的に二酸化塩素漂白が始まったのは、1946 年になってからであった。二酸化塩素漂白の実用化が遅れた大きな原因は、取扱い上難しい問題がいくつかあったためである。すなわち、二酸化塩素は不安定な物質であり、爆発性があるため、大量の輸送や貯蔵が困難で、さらに、毒性および腐食性が強いので、製造設備や漂白設備の材質および安全性で種々の問題があった。漂白剤としての二酸化塩素の特徴は、パルプ中のリグニン等の着色性不純物質と選択的に反応し除去するが、炭水化物とはほとんど反応しないため、パルプ強度を損なうことなしに高い白色度まで漂白できることである。このため、二酸化塩素取扱い上の技術的問題点が克服され、二酸化塩素製造設備がパルププラント内に設置されるようになってからは、二酸化塩素は化学パルプ、とりわけクラフトパルプの漂白には不可欠なものとなった。

1980 年代になり環境問題が大きな関心を呼ぶようになると、排水の COD や BOD および有機塩素化合物の減少対策としての意味も加わり、塩素段での二酸化塩素の高置換はさらに増加するようになった。

塩素段での二酸化塩素の併用は当初は少量にとどまっており、その目的も塩素段での強度低下をできるだけ抑えるためであった。1960 年代の中頃になり、塩常設での二酸化塩素の高置換により塩素との相乗効果が生じ、漂白効率が上がることが見出され、1970 年代になると、塩素段で二酸化塩素の高置換を実施する工場が増加し始めた。

クラフトパルプの漂白工程で使用する二酸化塩素は、製造現場に二酸化塩素発生装置を設置し、自社で調製することが一般的ではあるが、二酸化塩素の性状及び取扱いに関する情報を収集して、適切な管理を行うことが必要である。

４．２．　ハイポ（次亜塩素酸ソーダ）使用量の削減

アルカリ抽出段に酸素や過酸化水素を併用することで、後段のハイポ（次亜塩素酸ソーダ）使用量を削減することができる。

クラフトパルプへの過酸化水素の使用は，当初白色度の向上と白色度の安定性を増すことに限定されていた。1970 年代の後半になってから、過酸化水素を脱リグニンのために工業的に利用することが報告されている。最近になって、塩素化合物による環境問題が起きてから，塩素系の漂白薬品を酸素系の薬品に変更する傾向が現われた。また過酸化水素での脱リグニンは酸素脱リグニンやオゾンの利用に比べて，設備費が少なくて済み，薬品自体も購入で手配できるために，導入しやすいという利点がある。過酸化水素の反応種は，機械パルプの漂白と同様に，アルカリ中で生成する過酸化水素アニオンと考えられている。しかし最近では，分解生成物である水酸化ラジカルやスーパーオキサイドアニオンラジカル（$OH^{\cdot}$や$O_2^{-\cdot}$）がある程度関与しているという説もある。過酸化水素はアルカリ性下では、リグニン中のフェノール性構造を分解できないことが示されており、この点からも脱リグニン機構は不明である。しかし，アルカリ性過酸化水素で処理することで脱リグニンが起こることは事実である。

現実的な意味での脱リグニン反応を起こすには，90℃以上が必要であり，110℃のような高温では、通常の酸素脱リグニンと同様な脱リグニンが期待できる。過酸化水素脱リグニンは酸素脱リグニンと比較すると，同一のリグニン量において白色度が高くなるが，同じカッパー価においてパルプ収率は低くなる傾向があり，選択性は低い。

４．３．　オゾン漂白

オゾンは酸素原子が 3 個結合した不安定な分子で、酸化電位が高く通常のパルプ晒薬品の中では、最も強力な酸化剤である。オゾン漂白は低温、短時間でパルプを漂白することができる利点があるが、オゾンがセルロースの加水分解反応を引き起こすため、パルプ収率が低くなるなどの問題点もある。

オゾンの製造に大量の電力を必要とするため、日本では経済的な理由からオゾン漂白を選択する工場は限られている。

クラフトパルプの漂白工程で使用するオゾンは、製造現場にオゾン発生装置を設置し、自社で調製することが一般的ではあるが、オゾンの性状及び取扱いに関する情報を収集して、適切な管理を行うことが必要である。

４．４．　ＥＣＦ漂白

ＥＣＦ漂白に転換し、塩素とハイポ（次亜塩素酸ソーダ）の使用を止めると、漂白工程でのクロロホルムはほとんど発生しない。二酸化塩素を使った漂白は、塩素反応ではなく、酸化反応によってパルプ中のリグニン等の着色性不純物質と選択的に反応することから、クロロホルムの発生がほとんどないことが特徴である。日本では、二酸化塩素のコストが高いため、最終

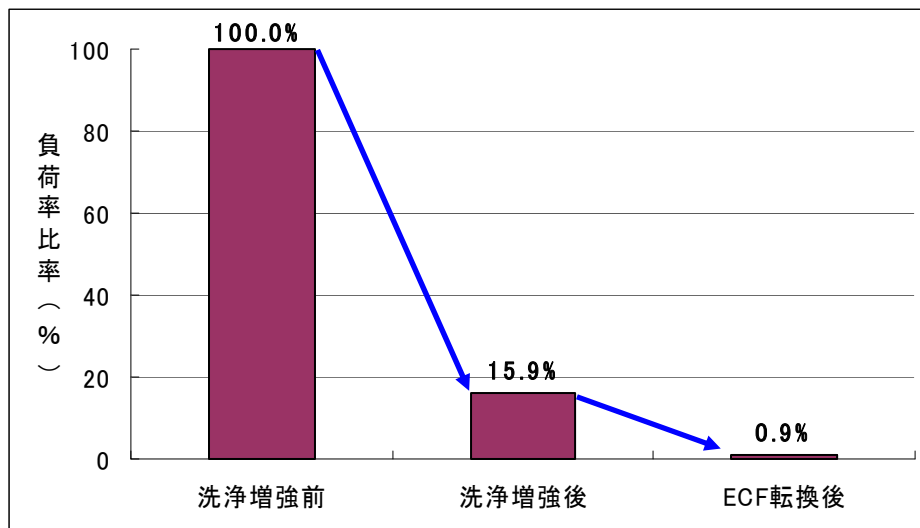
工程のみに使用されることが多かったが、環境問題の高まりから、漂白工程で塩素ガスを使わないＥＣＦ化が急速に普及している。

日本国内のＥＣＦ化は平成８年に始まり､その後平成 10 年に大型のパルプ漂白設備に導入された。ＥＣＦ化によるクロロホルム排出量抑制効果は非常に大きく、また他の方法ではこのレベルまで排出量を抑制することはできないことが報告された。平成 12 年４月以降、各社が相次いでＥＣＦ漂白の導入を開始し、ＥＣＦ化が完了した工場では、クロロホルムの排出量はほとんど発生せず、化管法の届出基準である１トン以下に抑えられている。日本国内の製紙工場では、現在、順次ＥＣＦ化を進めており、将来的にはパルプ漂白工程から発生するクロロホルム排出量の届出量はゼロになることが期待される。

ＥＣＦ漂白導入によるクロロホルム削減事例１

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">塩素漂白</td><td colspan="2">ＥＣＦ漂白</td></tr>
<tr><td colspan="2">パルプ生産量（パルプ トン/ 日）</td><td colspan="2">680</td><td colspan="2">1090</td></tr>
<tr><td rowspan="6">排水側</td><td>漂白段</td><td>C</td><td>Eo</td><td>Do</td><td>Ep</td></tr>
<tr><td>水量（m^3/日）</td><td>7,300</td><td>4,300</td><td>4,800</td><td>10,800</td></tr>
<tr><td>クロロホルム濃度(μg/ l)</td><td>13,380</td><td>1,830</td><td>28</td><td>14</td></tr>
<tr><td>クロロホルム生成量（g/日）</td><td>977,700</td><td>7,870</td><td>130</td><td>150</td></tr>
<tr><td>クロロホルム原単位（g/パルプ トン/ 日）</td><td>144</td><td>11.6</td><td>0.119</td><td>0,138</td></tr>
<tr><td>排水側原単位合計（g/パルプ　トン/ 日）</td><td colspan="2">155.00</td><td colspan="2">0.26</td></tr>
<tr><td rowspan="4">大気側</td><td>排気ガス量(mg/m^3)</td><td colspan="2">2,160</td><td colspan="2">10,900</td></tr>
<tr><td>クロロホルム濃度(μg/l)</td><td colspan="2">216</td><td colspan="2">7.50</td></tr>
<tr><td>クロロホルム生成量（g/日）</td><td colspan="2">11,200</td><td colspan="2">1,970</td></tr>
<tr><td>クロロホルム原単位（g/パルプ　トン/ 日）</td><td colspan="2">16.5</td><td colspan="2">1.81</td></tr>
<tr><td colspan="2">総合クロロホルム原単位（g/パルプ　トン/ 日）</td><td colspan="2">172</td><td colspan="2">2.07</td></tr>
</table>

（出典：紙パ技協誌　2003 年７月号　ＥＣＦ漂白の環境改善効果）

ＥＣＦ漂白導入によるクロロホルム削減事例２

洗浄増強前の負荷量を 100%とする

（出典：紙パ技協誌　2006 年 1 月号　ＥＣＦ漂白の操業経験）

５．化学物質排出抑制の取組み事例の紹介

５．１．　Ａ社Ａ工場の事例

（1）個別事情

- 経営者が環境問題への強い意志を表明していた。
- Ａ工場はＡ社の工場のうち、パルプ生産量が最大の主力工場である。
- 1996 年度時点で二系統の漂白設備が稼動していたが、設備が古いためパルプ生産能力が低く、設備の更新時期であった。
- Ａ工場は市街地に近く、敷地内に塩素を大量に貯蔵管理することに、強い不安があった。そのため工場側から、本社に対して塩素使用を早く止めたいという要望が出ていた。

（2）対策の検討過程

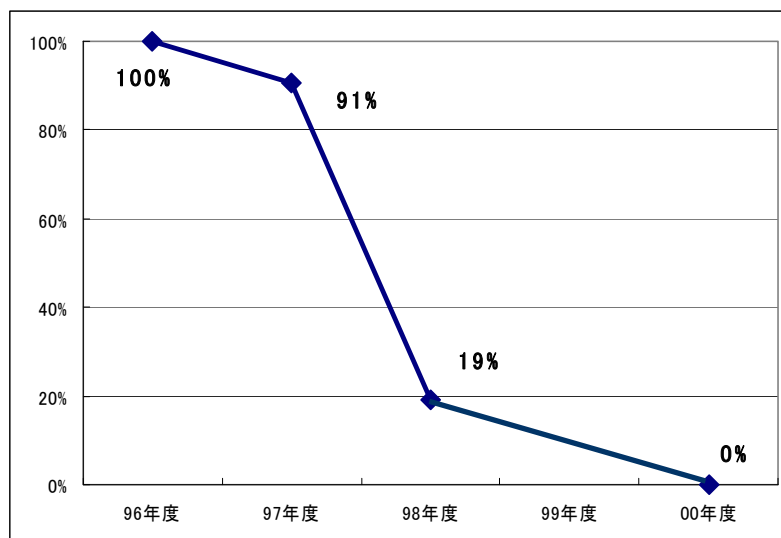
- 本社と工場の環境担当者で勉強会を開き、海外のＥＣＦ化設備の見学など、積極的に情報収集を行った。
- 日本初の実稼動を目標として、小規模なパイロットプラントではなく、最初からパルプ生産能力の高い大型の漂白設備を導入することを決定した。

（3）選択された対策

1997 年度	蒸解ブローK値低下
1998 年度	新規ＥＣＦ漂白設備の稼動
	旧設備①の運転停止
2000 年度	旧設備②をＥＣＦ化

（4）対策導入にあたってのトラブル

・ 新規ＥＣＦ漂白設備の稼動には、予定より時間がかかり、稼動が遅れたための損出額が大きかった。

（5）対策導入の実績

Ａ社Ａ工場のクロロホルム排出量の推移

（注：0%は発生量がＰＲＴＲ届出対象取扱量未満であることを示す。）

Ａ社Ａ工場事例のポイント

- 日本での操業経験のない新規設備を導入するときには、困難が予想されるため、経営者から作業従事者まで、全社的な意思統一が必要である。
- 設備導入の事前準備として、十分な情報収集を重ねておくことが必要である。
- 新規設備の導入直後はトラブルが多いことを考慮した導入計画を立てることが必要である。

５．２．　Ｂ社Ｂ工場の事例

（1）個別事情

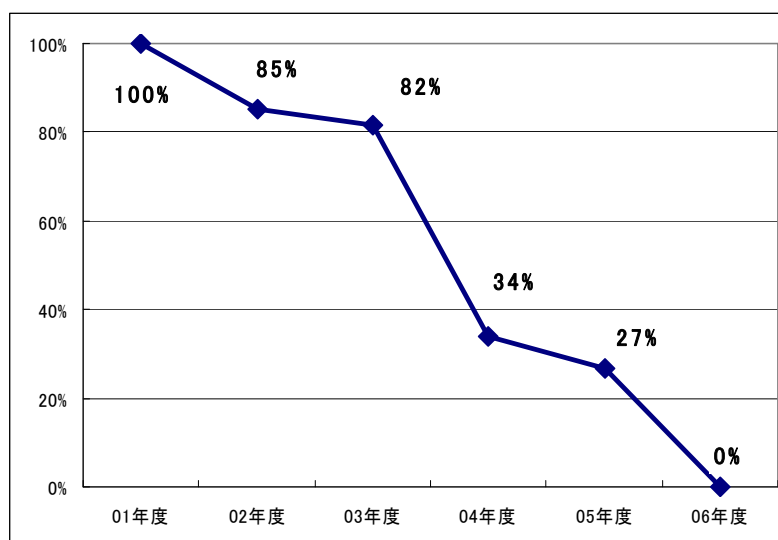
・ 工場所在地の条例が厳しく、大気汚染防止法基準に上乗せして大気排出量削減目標を達成することが求められていた。

・　Ｂ社内の生産配分を調整した結果、Ｂ工場では古紙使用率を高めており、パルプ生産量は減少している。
・　原料チップの性質に応じた漂白を行うために、広葉樹に特化した漂白系統と針葉樹に特化した漂白系統の二系統が稼動していた。

（２）対策の検討過程
・　今後は広葉樹由来の原料チップ中心となるため、一系統に集約することになった。
・　広葉樹の漂白系統も現状より、規模の小さな設備で更新する。

（３）選択された対策
・　広葉樹の系統でハイポ（次亜塩素酸ソーダ）を二酸化塩素に切り替えた。漂白シーケンス CEHH→CEHD
・　C 段からの炉液回収による薬液の再利用をした。
・　漂白性の高い樹種の配合比を上げた。
・　2004 年に針葉樹の系統を廃止した。

（４）対策導入にあたってのトラブル
・　他工場で先行するＥＣＦ化事例があり、特にトラブルはなかった。

（５）対策導入の実績

Ｂ社Ｂ工場のクロロホルム排出量の推移
（注：0%は発生量がＰＲＴＲ届出対象取扱量未満であることを示す。）

Ｂ社Ｂ工場事例のポイント
- 全社的な将来の生産配分を考慮し、生産量にあった設備規模を選ぶ必要がある。。
- 最適な導入計画を立てるために、社内の先行事例を整理・分析しておく必要がある。

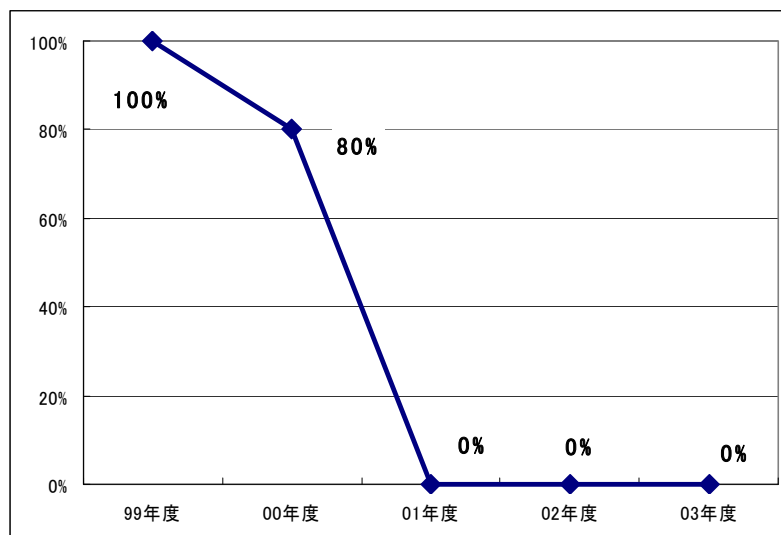
５．３．　Ｃ社Ｃ工場の事例

（1）個別事情
- 漂白系統は一系統のみで、Ｃ社の中では中規模な工場である。
- 電力が安価に供給される立地条件である。

（2）対策の検討過程
- Ｃ工場はＣ社の工場中で、最も電気代が安価な工場であり、Ｃ工場を日本で初のオゾン漂白のテストケースとして、取り上げる意味があると判断した。
- 二酸化塩素によるＥＣＦ化を導入したＣ社の他工場のコストを分析し、Ｃ工場では二酸化塩素の価格を考慮すると、オゾン漂白の方が有利であると試算された。

（3）選択された対策
- 1990 年から塩素段に二酸化塩素を添加する設備を導入し、二酸化塩素の比率を徐々に高めていった。
- 2001 年に塩素漂白をオゾン漂白に置き換えた。

（4）対策導入にあたってのトラブル
- オゾン発生装置の故障で、オゾンが発生しなくなってしまい、一時的に旧系統の塩素漂白に切り替えた。

（5）対策導入の実績

Ｃ社Ｃ工場のクロロホルム排出量の推移
（注：0%は発生量がＰＲＴＲ届出対象取扱量未満であることを示す。）

Ｃ社Ｃ工場事例のポイント

- 立地条件による特性を考え、国内では主流でない方法も検討対象とする必要がある。
- 故障に備えるためには、二つ以上の装置に分けることが、望ましい。
- 工場のラインが一系統しかない場合に新規設備を導入する際は、完全に新規設備が稼動するまで、いつでも旧設備に戻せるように保持しておく必要がある。

参考資料１　　有害大気汚染物質・自主管理計画指針・フロー（改訂版）

平成 9 年 5 月 27 日
（改）平成 10 年 10 月 23 日

項目	内容		
自主管理計画	クロロホルム 削減目標：27.5%		
↓	↓		
排出実態の調査	未測定の排出施設 期限：平成 9 年 7 月 31 日		
↓	↓		
排出実態の報告	（様式 4－1） 期限：平成 9 年 8 月 11 日		
↓	↓		
基準排出量の設定	（様式 3） 期限：平成 9 年 8 月 11 日		
↓	↓		
各社削減目標	27.5% 削減		
↓	↓		
抑制計画の策定・報告	（様式-１、様式-2） 期限：平成 10 年 3 月 31 日		
↓	↓		
排出状況の調査・報告	（様式 5） 毎年 5 月中旬	（様式 5） 毎年 5 月中旬	（様式 5） 毎年 5 月中旬
↓	↓	↓	↓
抑制計画の目標の達成	平成 11 年度末		
備考	①計画の達成は工場単位を原則とするか、会社単位でも可とする。 ②新増設等による排出量の増大がある場合は、増分に対応し制御計画の上積み修正を行うこと。		

（様式−1）

平成　年　月　日

有害大気汚染物質排出抑制計画（全社用）

企業名＿＿＿＿＿＿
報告部門＿＿＿＿＿＿
担当者名＿＿＿＿＿＿

物　質　名	クロロホルム

平成7年度

使用量　(t/y)	

平成8年度 （注）

排出量(基準値)(t/y)	

平成9年度

使用量　(t/y)	
排出量　(t/y)	
排出量削減率　(%)	
排出抑制対策実施計画	

平成10年度

使用量　(t/y)	
排出量　(t/y)	
排出量削減率　(%)	
排出抑制対策実施計画	

平成11年度

使用量　(t/y)	
排出量　(t/y)	
排出量削減率　(%)	
排出抑制対策実施計画	

注: クロロホルムについては、平成9年7月31日までに把握した排出量で可。

（様式-2）

平成　　年　　月　　日

有害大気汚染物質排出抑制計画（工場用）

会 社 名＿＿＿＿＿＿＿＿
工 場 名＿＿＿＿＿＿＿＿
報告部門＿＿＿＿＿＿＿＿
担当者名＿＿＿＿＿＿＿＿

物　質　名	クロロホルム

平成7年度

使用量　(t/y)	

平成8年度 （注）

排出量(基準値)(t/y)	

平成9年度

使用量　(t/y)	
排出量　(t/y)	
排出量削減率　(%)	
排出抑制対策実施計画	

平成10年度

使用量　(t/y)	
排出量　(t/y)	
排出量削減率　(%)	
排出抑制対策実施計画	

平成11年度

使用量　(t/y)	
排出量　(t/y)	
排出量削減率　(%)	
排出抑制対策実施計画	

注: クロロホルムについては、平成9年7月31日までに把握した排出量で可。

参考資料２　　　　クロロホルムの分析方法

■　水検体

(1)　分析用試料の調製

自動注入装置(HS サンプラー)用の 22ml 容バイアル瓶に、希釈倍率 3～20 倍になるように水で希釈した排水試料 10ml を入れる。希釈用の水には、市販ミネラルウォーターのボルヴィックまたはエビアンを使用する。

(2)　検量用標準溶液の調製

市販標準溶液(東京化成工業（株）製「飲料水中の揮発性有機化合物分析用標準溶液 23 種類、各 1mg/ml メタノール溶液」を希釈して、クロロホルム濃度として 100ppb および 10ppb の希釈標準溶液を作成する。つぎに、HS サンプラー用 22mL バイアル瓶に水 10ml を入れ、希釈標準溶液を 0.002ml 入れて、それぞれクロロホルム濃度として 20ppb および 10ppb の検量用標準溶液を作成する。

- HS サンプラー条件

テクマー製ヘッドスペースオートサンプラー7050 型式

加熱温度:70℃、加熱時間:30 分、試料ループ 1ml、加圧圧力:70kPa

クライオクールダウン:-150℃、 6 分間(液体窒素使用)

- GC-MS 条件

日本電子製 AutomassⅡ50/HP-6890 型式(GC 部はアジレント製)

GC:キャリアガス(He)流量:1.2ml/min

カラム: DBVRX 60mx0.33mm id(膜厚 1.8 ミクロ Y)

温度:　40℃で 5 分間保持、6℃/min で昇温、220℃ 5 分間保持

MS:インターフェース温度:250℃、イオン源温度:200℃

EI モード、イオン化電圧:70eV

■　ガス検体

(1)　検量線の作成

クロロホルム濃度 1ppm の標準ガス(Matheson AEROTRACE MINI-MAT Gas 1ppm)から、ガスタイトシリンジで 0.1～2ml をとり、直接 GC へ注入して検量線を作成する。

(分析手順)

テトラバッグ中の採取排気試料からガスタイトシリンジで 0.01～1.0ml をとり、GC へ直接注入して分析する。

- GC-MS 条件

日本電子製 JMS-GCmate Ⅱ/HP-6890 型式(GC 部はアジレント製)

GC:スプリット比 10、キャリアガス(He)流量:1ml/min

カラム: AQUATIC 60mx0.25mm id(膜厚 1.0 ミクロン)

温度:　40℃で 3 分間保持、10℃/min で昇温、200℃で 5 分間保持

MS:インターフェース温度:200℃、イオン源温度:200℃

参考資料３　クロロホルムのＭＳＤＳ

(注：漂白工程でクロロホルムを製品として購入することはないが、物理化学的性状の資料として、添付している

作　　成　平成 7年(1995) 6月　日
最新改訂 平成19年(2007) 4月　日

整理番号

1　**化学物質等及び会社情報**

製品

化学物質等の名称(製品名(商品名)等)　**クロロホルム**
化学物質等(製品)のコード

供給者情報

供給者の名称
住所
電話番号
緊急連絡電話番号
ファックス番号
メールアドレス

推奨用途及び使用上の制限

フッ素系冷媒及びフッ素樹脂製造用原料、抽出溶剤、試験研究用試薬

2　**危険有害性の分類**

重要危険有害性及び影響(4)

- 不燃性である。光、熱等により分解して、有害なホスゲン等を生成することがある。(4)
- 空気及び光の影響下でゆっくりと分解し、塩化水素を生成する。
- 強い麻酔性がある。また、肝臓、腎細尿管、心臓等に細胞毒として作用する。
- 高濃度の蒸気を吸入すると、興奮状態、反射機能の喪失、感覚麻痺、意識喪失、呼吸停止が起こり死亡する。はなはだしいときは嘔吐等を起こす。
- 低濃度蒸気の繰り返し暴露による慢性中毒症状としては、胃腸障害、肝臓・腎臓障害がある。
- 哺乳動物に対する発がん性が明らかになった化学物質(労働省労働基準局長通達)

特有の危険有害性

- 急性毒性物質(有機溶剤中毒 第１種有機溶剤、毒物及び劇物取締法)
- その他の有害性物質(哺乳動物に対する発がん性が明らかになった化学物質 労働省労働基準局長通達)
- 水系循環及び地下水に対して特に注意する。
- 生物分解性は低く、魚体への蓄積性も低い。

GHS分類

GHS分類	引火性液体	区分外
	自然発火性液体	区分外
	自己発熱性物質および混合物	区分外
	金属腐食性物質	区分外
	急性毒性（経口）	区分４
	皮膚腐食性/刺激性	区分１Ａ－１Ｃ
	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分１
	生殖細胞変異原性	区分２
	発がん性	区分２

	生殖毒性	区分２
	標的臓器/全身毒性（単回暴露）	区分１（肝臓、腎臓） 区分３（麻酔作用）
	標的臓器/全身毒性（反復暴露）	区分１（中枢神経系、腎臓、肝臓、呼吸器）
	水生環境有害性（急性）	区分２
	水生環境有害性（慢性）	区分２
シンボル		
注意喚起語	危険	

危険有害性情報

・飲み込むと有害
・強い皮膚の薬傷
・強い眼の損傷
・遺伝子損傷のおそれの疑い
・発がんのおそれの疑い
・生殖能または胎児への悪影響のおそれの疑い
・肝臓、腎臓の障害
・眠気又はめまいのおそれ
・長期ないし反復暴露による中枢神経系、腎臓、肝臓、呼吸器の障害
・水生生物に毒性
・長期的効果により水生生物に毒性

注意書き

〔安全対策〕
・この製品を使用する時に、飲食または喫煙をしないこと。
・取扱後はよく手を洗うこと。
・耐熱手袋/保護眼鏡/保護面/保護衣を着用すること。
・使用前に取扱説明書を入手し、すべての安全注意を読み理解するまで取り扱わないこと。
・ガス/蒸気を吸入しないこと。
・屋外または換気の良い場所でのみ使用すること。
・環境への放出を避けること。

〔救急処置〕
・皮膚（または髪）に付着した場合：直ちに、汚染された衣類をすべて脱ぐこと/取り除くこと。
・眼に入った場合：水で数分間注意深く洗うこと。次に、コンタクトレンズを着用していて容易に外せる場合は外すこと。その後も洗浄を続けること。
・飲み込んだ場合：口をすすぐこと。無理に吐かせないこと。
・吸入した場合：空気の新鮮な場所に移し、呼吸しやすい姿勢で休息させること。
・漏出物を回収すること。
・以下の場合は医師の診断/手当てを受けること。
気分が悪い時、暴露または暴露の懸念がある場合

〔保　管〕
・施錠して保管すること。
・容器を密閉し換気の良いところで保管すること。

〔廃　棄〕
・内容物/容器を関係法令に基づき、自社で適正に処理するか、又は廃棄物処理業者に委託して処理すること。

3 組成、成分情報

単一化学物質･混合物の区別	単一化学物質
化学名	トリクロロメタン
一般名又は別名	クロロホルム、トリクロロメタン、塩化メチニル
CAS番号	67-66-3
濃度	クロロホルム　　%以上
化学式又は構造式	$CHCl_3$
官報公示整理番号	(化審法)　(2)-37　指定化学物質 (安衛法)　(2)-37　(化審法を準用)
TSCA登録の有無	あり
EINECS No.	200-663-8

4 応急処置

吸入した場合

・応急措置をする者は、有機ガス用防毒マスク、空気呼吸器等呼吸用保護具を着用して、患者を直ちに新鮮な空気の場所に移し、毛布等でくるんで保温安静に努める。
・呼吸困難又は呼吸が停止しているときは、直ちに衣類をゆるめ、呼吸気道を確保した上で人工呼吸又は酸素吸入を行う。呼吸していて嘔吐がある場合には、頭を横向きにする。
・速やかに医師の診断を受けさせる。

皮膚に付着した場合

・汚染された衣服、靴等を速やかにぬがせるか、又は必要があれば切断する。皮膚に付着又は接触部は石けんを用いて大量の水又は微温湯で洗い流す。外観に変化がみられたり、痛みが続く場合には、直ちに医師の診断を受けさせる。

目に入った場合

・直ちに清浄な流水で約15分間以上洗い流す。その際、眼やまぶたに残存しないように、まぶたを指でよく開き、眼球、まぶたの隅々まで水がよくゆきわたるようにして洗浄する。コンタクトレンズを使用している場合には、固着していない限り、取り除いて洗浄を続ける。その後、速やかに医師の診断を受けさせる。

飲み込んだ場合

・無理に吐かせてはいけない。揮発性の液体であるから、吐き出させるとかえって危険が増す。水で口の中をよく洗わせてもよい。速やかに医師の診断を受けさせる。
・患者に意識のない場合には、口から何も与えてはならない。

5 火災時の措置

消火剤

・周辺火災時　水、粉末、炭酸ガス、泡等全ての消火薬剤の使用が可能である。

消火方法

周辺火災の場合

・速やかに容器を安全な場所に移す。移動が不可能な場合には、容器及び周囲に散水して冷却する。

着火した場合

・不燃性であるが、炎や高温へ長時間暴露し、少量の引火性物質の添加又は雰囲気中の酸素濃度の増加により可燃性になる。
・火災時、風通しの悪い場所には、炭酸ガス、塩化水素、ホスゲン、一酸化炭素等の有毒ガスが存在するから、防毒マスク等呼吸用保護具を着用して消火活動を行う。

6 漏出時の措置

・運搬事故時の応急措置は、毒物及び劇物取締法の「毒物及び劇物の運搬事故時における応急措置に関する基準」に従わなければならない。
・風下の人を退避させる。
・漏洩場所の周辺には、ロープを張る等して人の立入りを禁止する。
・作業の際には、必ず保護具を着用して、風下で作業しない。

少量の場合

・拭き取り、又は吸着剤で取り除いて廃棄する。又は分散剤をまいて水で洗い流す。

多量の場合

・土砂等で漏洩の拡大防止を図り、安全な場所に導き、密閉のできる空容器にできる限り回収し、その後を多量の水を用いて洗い流す。
・水で洗い流す場合には、クロロホルムを含む排水は、下水道、河川等に排出又は地下へ浸透しないよう注意する。

---

7 取扱い及び保管上の注意

共通事項

・労働安全衛生法の関連法規に準拠して作業する。なお、クロロホルムは、有機溶剤中毒予防規則で第１種有機溶剤に指定されており、次の事項を遵守しなければならない。
　① 設備： 蒸気の発散源を密閉する設備又は局所排気装置の設置
　② 管理： 有機溶剤作業主任者の選任、作業場の巡視、装置の点検、有機溶剤等の使用の注意事項等の掲示、有機溶剤の区分の表示など
　③ 作業環境の定期測定と記録の保存
　④ 健康診断の実施と記録の保存
　⑤ 保護具の使用
　⑥ 貯蔵及び空容器の処理
・クロロホルムの譲渡者・提供者から化学物質等安全データシート（ＭＳＤＳ）の交付を受ける。
・事業者は、ＭＳＤＳを作業場の見やすい場所に常時掲示するか又は備え付けなどの方法により労働者に周知する。
・貯蔵・取扱い場所の床面は、地下浸透防止ができる材質とする。また、床面等ひび割れのないよう管理する。
・クロロホルムの蒸気は、空気の約 4.1倍と重いため低いところに滞留しやすいから、吸引式排気装置を床面に近いところに設置する。

取扱い

・蒸気の発散をできる限り抑制する。蒸気は空気より重いため低所に滞留しやすいことに注意し、十分に換気されている場所で作業する。
・作業環境は、管理濃度以下に保つ。
・漏れ、溢れ、飛散しないようにし、みだりに蒸気を発生させない。蒸気発生源には局所排気装置を設ける。
・蒸気を吸入したり、液が眼や皮膚及び衣類に触れないように、適切な保護具(防毒マスク、保護衣、長靴、手袋、眼鏡、前掛け等)を着用し、顔面を露出しない。
・取扱い後には、身体、顔、手、眼等をよく洗う。コンタクトレンズを着用して作業すると、眼を損傷することがある。
・火や高温面の近く、又は溶接作業中には使用しない。
・床面は、原則としてコンクリート等の地下への浸透が防止できる材質とし、コンクリートのひび割れに留意する。
・取扱い場所の付近に、洗顔、シャワー、うがい、手洗い等の設備を設ける。

保管

・容器は、18リットル缶(ブリキ缶、クロム酸処理鋼板)、ドラム(リン酸亜鉛処理鋼板)、タンクローリー(ステンレス鋼板)、ガラス瓶(試薬用)を用いる。
・容器の蓋又は栓のパッキングには、腐食されない材料を用いる。通常、ポリエチレン(共重合物は不可)、フッ素樹脂製シート等が用いられる。
・容器は密栓し、換気の良好な耐火構造の冷暗所に置く。地下室等の換気の悪い場所には保管しない。
・化学的に活性な金属、アルコール、強酸化剤、強塩基等から離しておく。

排出抑制及び回収再利用

・大量に使用して蒸散する量が多いときや、水と混合したものについては、活性炭吸着や水分離器によりできる限り回収して再利用する。
・使用済みの廃液等は、できる限り蒸留により回収して再利用する。移替え等に当たっては、受け皿を使用し、液面の高さに注意するなど、できる限りこぼさないように注意する。
・ローリーからの移替えの場合、ホース内の残液の処理を安全に行う。
・その他、毒物及び劇物取締法、消防法などの関係法令に定めるところに従う。

8　暴露防止及び保護措置

設備対策

・蒸気の発散源を密閉する設備又は局所排気装置を設置する。(有機溶剤中毒予防規則)
・取扱い場所の近くに安全シャワー、手洗い、洗顔設備を設け、その位置を明瞭に表

暴露限界値

管理濃度(労働安全衛生法)		10 ppm
許容濃度		
日本産業衛生学会(2005)	暫定値	3 ppm(14.7 mg/m^3)
米国産業衛生専門家会議(ACGIH)(2002)		
時間荷重平均(8時間)(TWA)		10 ppm(49 mg/m^3)
米国労働安全衛生局(OSHA)(1998)		
天井値		50 ppm(240 mg/m^3)

測定方法

ガスクロマトグラフ分析法－直接捕集法
ガスクロマトグラフ分析法－固体捕集法(シリカゲル管又は活性炭管)
吸光光度分析法－液体捕集法(アルカリピリジン法)
検知管法(ガステック)

保護具

・呼吸器系の保護具	有機溶剤用防毒マスク、送気マスク、空気呼吸器(火災時)[(2)]
・手の保護具	保護手袋(耐溶剤型フッ素樹脂又は塩化ビニリデン樹脂製)
・目の保護具	保護眼鏡、安全ゴーグル等
・皮膚及び身体の保護具	不浸透性保護衣、長靴、保護前掛け(耐溶剤型)

9　物理的及び化学的性質

物理的状態:	揮発性で無色透明の液体[(1)]
臭い:	特有の無刺激性の臭い
分子量:	119.39
沸点:	61.2 ℃[(2)]
融点:	－63.5 ℃[(3)]
引火点:	なし

発火点:　　なし
揮発性:　　(25 ℃のn-酢酸ブチルの揮発速度を1.00とする相対値)＝10.20
蒸気圧:　　2.67×10^4Pa(200 mmHg)(25 ℃)
蒸気比重:　4.1(空気＝１)[4]
比重:　　　1.484(20/20 ℃)[3]
溶解性:　　水に対するクロロホルムの溶解度　0.815 %/水(20 ℃)[9]
　　　　　クロロホルムに対する水の溶解度　0.0805 %/クロロホルム(20 ℃)[9]
　　　　　エタノール、エーテル、アセトン、ベンゼン、二硫化炭素、石油エーテル等に易溶で良く混和する。
ｵｸﾀﾉｰﾙ/水分配係数: logＰow 1.92、2.02

10　安定性及び反応性

危険有害反応可能性

・高温面又は炎に触れると分解して、ホスゲン、塩化水素、塩素等を生成することがある。
・空気又は光の影響によりゆっくりと分解して、塩化水素、ホスゲン等を生成する。
・強塩基、強酸化剤、化学的に活性な金属類、アルコールと激しく反応し、火災や爆発の危険をもたらす。

11　有害性情報

急性毒性 [10]

経口	ラット	LD_{50}	908 mg/kg
	ラット	LD_{50}	450 mg/kg
	ラット	LD_{50}	1200 mg/kg

皮膚腐食性・刺激性 [10]

ウサギを用いた皮膚刺激性試験結果「皮膚にわずかな充血、中等度の壊死、か皮の形成」

眼に対する重篤な損傷・刺激性 [10]

ウサギを用いた眼刺激性試験結果「散瞳、角膜炎、角膜の半透明化及び化膿出血様排出物が観察され、強度の刺激性を示した。4匹は2-3週間で症状が消えたが、1匹は3週間後以降にも角膜混濁の症状が残った。」

呼吸器感作性または皮膚感作性

情報なし

生殖細胞変異原性 [10] [11] [12] [13] [14] [15]

経世代変異原性試験なし、生殖細胞*in vivo* 変異原性試験なし、体細胞*in vivo* 変異原性試験（小核試験、染色体異常試験）で陽性、生殖細胞*in vivo* 遺伝毒性試験なし

発がん性

日本産業衛生学会(2006)
「第２群Ｂ」(人間に対しておそらく発がん性のあると考えられる物質で、証拠が比較的に十分でない物質)
国際がん研究機関(IARC)(1999)
「２Ｂ」(ヒトに対して発がん性であるかも知れないもの)
米国産業衛生専門家会議(ACGIH)(2002)
「Ａ３」(実験動物に対してのみ発がん性が確認された物質)
米国環境保護庁(EPA)(1996)
1986年分類「Ｂ２」(動物での十分な証拠があり、かつ疫学的研究から、ヒトでの発がん性の不十分な証拠があるか、又は証拠がない物質)
1999年分類「Ｌ(Hexp)」ヒト発がん性の可能性が高い物質（高濃度暴露）

「ＮＬ(Lexp)」ヒト発がん性の可能性が高くない物質（低濃度暴露）
米国国家毒性プログラム(NTP)(2002)
「Ｒ」(合理的に発がん性があることが懸念される物質)
欧州連合(EU)(1996)
「３」(発がん影響を及ぼす可能性があるためヒトに対して懸念されるが､利用できる情報が十分な評価を行うためには適切でない物質)
ドイツ研究審議会(DFG)
「４」(遺伝毒性がないかまたは遺伝毒性がごく僅かな役割をはたすにすぎない発がん物質)

生殖毒性 [11] [16]

マウスの三世代試験およびラット・マウスの催奇形性試験で親動物での一般毒性がみられる用量で、受胎能力の低下、胎児頭臀長短縮、頭蓋骨・腰肋石灰化遅延口蓋裂増加、頭頂間骨奇形、同腹児の無尾、短尾、鎖肛の頻度増加、皮下浮腫、吸収胚率増加がみられている。
マウスの催奇形性試験では親動物に一般毒性のみられない用量でF1世代での受胎率の増加、副睾丸重量の増加や副睾丸尾菅上皮の変性がみられ、ウサギの催奇形性試験でも親動物に一般毒性のみられない用量で頭蓋骨不完全骨化がみられているが、副睾丸の変化に関しては用量が記されていないこと、他の変化はマイナーな変化と考えられる。

特定標的臓器・全身毒性（単回曝露） [17]

ヒトについては、「肝細胞壊死、肝臓障害、黄疸と肝肥大、腎臓障害、鼾声呼吸、チアノーゼ、多汗」等の記述、実験動物については、「「肝臓小葉中心性脂肪浸潤及び壊死、立毛、鎮静、筋肉弛緩、運動失調、衰弱、一部流涙、近位尿細管壊死」等の記述があることから、肝臓、腎臓を標的臓器とし、麻酔作用をもつと考えられる。なお、実験動物に対する影響は、区分１に相当するガイダンス値の範囲でみられた。

特定標的臓器・全身毒性（反復暴露） [17]

ヒトについては、「倦怠、のどの渇き、胃腸痛、頻繁で痛みを伴う排尿、集中力の欠如、憂うつ及び被刺激性、クロロホルム暴露による肝臓障害による黄疸」等の記述、実験動物については、「鼻腔の骨肥厚、嗅上皮の萎縮・化生、腎臓：近位尿細管上皮核肥大、尿細管腔内拡張、腎臓近位尿細管壊死、肝臓：細胞巣状空胞化」等の記述があることから、中枢神経系、腎臓、肝臓、呼吸器が標的臓器と考えられた。なお、実験動物に対する影響は、区分１に相当するガイダンス値の範囲でみられた。

吸引性呼吸器有害性

データなし

12　環境影響情報

生態毒性（水生環境急性有害性）

魚毒性	artemia salina	EC_{50}(24 h)	30.37 mg/l [5]
	ヒメダカ	LC_{50}(48 h)	117 mg/l [5]
	ニジマス（受精卵）	LC_{50}(27日間)	1.24－2.03 mg/l [18]

生体蓄積性　低濃縮性(コイ)(濃縮倍率　13倍以下/6週) [7]

残留性/分解性　難分解性(BOD 0%) [7]

環境基準

・水質汚濁に係る環境基準(要監視項目)
人の健康の保護に関する環境基準(指針値)　0.06 mg/ﾘｯﾄﾙ以下(年間平均値)
地下水の水質汚濁に係る環境基準　設定されていない

・土壌の汚染に係る環境基準　　　　　　　　設定されていない
・大気の汚染に係る環境基準　　　　　　　　設定されていない

13　廃棄上の注意

・廃棄の方法については、政令で定める技術上の基準に従わなければ、廃棄してはならない(毒物及び劇物取締法 第15条の2(廃棄)、施行令 第40条(廃棄の方法)、毒物及び劇物の廃棄の方法に関する基準)。
・「7 取扱い及び保管上の注意」の項を参照のこと。

少量の場合

等はしてはならない。必ず専用の密閉できる容器に一時保管して産業廃棄物として処理･処分する。

多量の場合

・産業廃棄物の処理等に当たっては、焼却を行うなど環境汚染とならない方法で処理･処分する。処理等を外部の業者に委託する場合には、都道府県知事の許可を受けた産業廃棄物処理業者に産業廃棄物管理票(マニフェスト)を交付して委託し、関係法令を遵守して適正に処理する。

使用済容器

・空容器は、そのままで再利用や廃棄処分しない。再利用や処分をする際には、クロロホルムがなくなるまで洗浄し、洗浄液は無害化処理をする。

焼却する場合

・廃棄は、毒物及び劇物取締法の「毒物及び劇物の廃棄の方法に関する基準」に従って行う。
・過剰の可燃性溶剤又は重油等の燃料とともに、アフターバーナー及びスクラバーを具備した焼却炉の火室へ噴霧して、できるだけ高温で焼却する。スクラバーの洗浄液にはアルカリ溶液を用いる。この際の副成物はアルカリ金属塩である。
・焼却炉は、有機ハロゲン化合物を焼却するのに適したものを用いる。ホスゲン等が生成しないよう完全に燃焼させる。
・検定方法にはガスクロマトグラフ法を用いる。

14　輸送上の注意

国連分類　　クラス 6.1(毒物類･容器等級 2)
国連番号　　1888
港則法　　　毒物類
船舶安全法　毒物類
航空法　　　毒物

輸送時の安全対策及び条件

・「7 取扱い及び保管上の注意」の項を参照のこと。
・運搬する場合には、飛散、漏れ、流出又はしみだしを防ぐのに必要な措置を講じなければならない。(毒物及び劇物取締法 第11条(毒物又は劇物の取扱))
・堅ろうで容易に変形、破損しない容器に入れて輸送する。
・運搬に際しては、容器の漏れのないことを確かめ、転倒、落下、損傷がないよう積込み、荷崩れの防止を確実に行う。

15　適用法令

(1)　労働基準法
・第62条(危険有害業務の就業制限)(18歳未満の年少者の危険業務の就業制限)
〇労働基準法施行規則
・第34条の3(訓練生を危険業務に就業させることができる場合)

別表第1(危険有害業務の範囲並びに使用者が講ずべき措置の基準)

・第35条(業務上の疾病の範囲)

別表第1の2第4号1(化学物質等による疾病)

○労働大臣が指定する単体たる化学物質及び化合物並びに労働大臣が定める疾病の指定(告示)

クロロホルム　中枢神経性急性刺激症状、麻酔又は肝障害

○年少者労働基準規則

・第8条第33号の業務に係る使用者が講ずべき個別的措置の基準第5項の有害性が高度な有害物等(告示)

有害性が中等度の有害物　クロロホルム

(2)　労働安全衛生法(安衛法)

・第14条(作業主任者)

・第28条第3項(技術上の指針等の公表)

クロロホルムによる健康障害を防止するための指針(平成7年(1995)9月22日　健康障害を防止するための指針　公示第5号)

(ばく露を低減するための措置、作業環境測定(記録 30年間保存)、労働衛生教育(4.5時間以上)、製造・取扱作業に常時従事する労働者の把握(記録 30年間保存)、危険有害性等の表示)

・第57条(名称等を表示すべき物質)

・第57条の2(文書(化学物質等安全データシートＭＳＤＳ)の交付等)

・第58条第2項(化学物質管理のための指針の公表)

・第65条(作業環境測定)

・第65条の2(作業環境測定の結果の評価)

・第66条(健康診断)

・第101条(法令等の周知)(法令、ＭＳＤＳの労働者への周知)

・化学物質等による労働者の健康障害を防止するため必要な措置に関する指針

(化学物質管理計画の策定等、有害性等の特定及びリスクアセスメント、実施事項、監査等、記録、人材の養成)

○労働安全衛生法施行令

・第6条(作業主任者を選任すべき作業)

22 屋内作業場又はタンク、船倉若しくは坑の内部等における作業

別表第6の2(有機溶剤)

14 クロロホルム

クロロホルム混合物(5 %(重量)を超えるもの)

・第18条(名称等を表示すべき有害物)

9 クロロホルム

・第18条の2(名称等を通知すべき有害物)

別表第9 161 クロロホルム

・第21条(作業環境測定を行うべき作業場)

22 屋内作業場又はタンク、船倉若しくは坑の内部等における作業

別表第6の2(有機溶剤)

14 クロロホルム

クロロホルム混合物(5 %(重量)を超えるもの)

・第22条(健康診断を行うべき有害な業務)

22 屋内作業場又はタンク、船倉若しくは坑の内部等における作業

別表第6の2(有機溶剤)

14 クロロホルム

クロロホルム混合物(5 %(重量)を超えるもの)

○労働安全衛生規則
・第16条(作業主任者の選任)
有機溶剤作業主任者
・第24条の2(自主的活動の促進のための指針)
労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針
・第30条(名称等を表示すべき有害物)
別表第2 クロロホルム
・第31条(名称等の表示)
○有機溶剤中毒予防規則
・第1条第1項第3号(第１種有機溶剤等)
クロロホルム
・第19条(有機溶剤作業主任者の選任)
・第24条(掲示)
・第25条(有機溶剤等の区分の表示)
・第29条(健康診断)
○作業環境測定基準
・第13条(有機溶剤の濃度の測定)
別表第2　クロロホルム
○作業環境評価基準
・第2条(測定結果の評価)
別表(管理濃度)　クロロホルム　10 ppm

(3)　作業環境測定法

(4)　毒物及び劇物取締法(毒劇法)
・第2条第2項(劇物)
別表第2 (20　クロロホルム、94　これを含有する製剤)
・第4条(登録)
・第4条の2(販売業の登録)
・第7条(毒物劇物取扱責任者)
・第8条(毒物劇物取扱責任者の資格)
・第11条(毒物又は劇物の取扱)
・第11条(毒物又は劇物の表示)
・第15条の2(廃棄)
・第16条第1項(運搬等についての技術上の基準等)
○通知
・毒物及び劇物の運搬事故時における応急措置に関する基準(その3)
(昭和60年(1985)4月5日 薬発第375号 厚生省薬務局長通知)
・毒物及び劇物の廃棄の方法に関する基準(その4)
(昭和50年(1975)11月26日 薬発第1090号 厚生省薬務局長通知)
○毒物及び劇物取締法施行令
・第40条の9(毒物劇物営業者等による情報(ＭＳＤＳ)の提供)
施行　平成13年(2001)1月

(5)　薬事法
○施行規則
・第52条(毒薬及び劇薬の範囲)
別表第3(劇薬)
有機薬品及びその製剤
クロロホルム及びその製剤

(6)　消防法

・第9条の2(消火活動に重大な支障の生ずるおそれのある物質)
○危険物の規制に関する政令
・第1条の10(届出を要する物質の指定)
別表第2(クロロホルム　200kg以上)
(7)　化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律
・第2条第5項(第２種監視化学物質)
(8) 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律
(化学物質管理促進法又はＰＲＴＲ法)
・第2条(定義)第2項(第１種指定化学物質)
・第2条第5項(第１種指定化学物質等取扱事業者)
・第3条(化学物質管理指針)
・第5条(排出量等の把握及び届出(ＰＲＴＲ))
・第14条(指定化学物質等の性状及び取扱いに関する情報(ＭＳＤＳ)の提供)
○特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律施行令
・第1条(第１種指定化学物質)
別表　222 トリクロロメタン(別名 クロロホルム)
・第3条(業種)
製造業(全業種)
機械修理業
廃棄物処分業(特別管理産業廃棄物処分業を含む)
高等研究機関(付属施設を含む)
自然科学研究所等
・第4条(第１種指定化学物質等取扱事業者の要件)
事業活動に伴い取り扱う第１種指定化学物質の質量
１トン以上
常時使用する従業員の数　21人以上
・第5条(法第2条第5項第1号の政令で定める要件)
第１種指定化学物質量の割合　1%以上(質量)
・指定化学物質取扱事業者が講ずべき第１種指定化学物質等及び第２種指定化学物質等の管理に係る措置に関する指針(化学物質管理指針)
(製造･使用その他の取扱い設備の改善･管理方法､製造過程における回収･再利用等使用の合理化､管理方法･使用の合理化並びに排出状況の国民の理解の増進､性状･取扱いに関する情報の活用)
(9)　水質汚濁に係る環境基準についての一部を改正する件の施行について
(平成5年3月8日環水管第21号　環境庁水質保全局長から各都道府県知事･政令市長あて)
・要監視項目の設定について
要監視項目　クロロホルム
指針値　　　0.06 mg/ﾘｯﾄﾙ以下
(10)　水道法
・第4条(水質基準)
○水質基準に関する省令
水質基準　　　0.06 mg/ﾘｯﾄﾙ以下
(11)　大気汚染防止法
・第2条(定義)第4項(揮発性有機化合物)
・第2章の4(有害大気汚染物質対策の推進)
(12)　事業者による有害大気汚染物質の自主管理の促進について

(平成8年10月4日 8立局第529号・8基局第763号 通商産業省環境立地局長・基礎産業局長発　関係業界団体代表者あて)
(通産省公報 平成8年(1996)10月7日)
・事業者による有害大気汚染物質の自主管理の促進のための指針
対象物質　クロロホルム

(13)　廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃掃法)
・第2条第4項(産業廃棄物)
・第12条(事業者の処理)
産業廃棄物処理基準
産業廃棄物保管基準
・第12条の3(産業廃棄物管理票(マニフェスト))
・第12条の5(電子情報処理組織の使用(電子マニフェスト))
・第14条(産業廃棄物処理業)

(14)　海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律
○施行令
・第1条の2(海洋環境の保全の見地から有害である物質)
別表第1　Y類物質 (88) クロロホルム
・第1条の10(船舶から有害液体物質の排出基準)
別表第1の9(有害液体物質の事前処理に関する基準)

(15)　特定有害廃棄物の輸出入等の規制に関する法律(バーゼル条約国内法)
・第2条第1項第1号イ(特定有害廃棄物)
○第2条第1項第1号イに規定する物(環境庁・厚生省・通商産業省告示)
38　ハロゲン化された有機溶剤(クロロホルム)を0.1%以上含む物

(16)　港則法
○港則法施行規則
・第12条(危険物の種類)(毒物類)

(17)　船舶安全法
○危険物船舶運送及び貯蔵規則(危規則)
・第3条(分類)
船舶による危険物の運送基準を定める告示
別表第1
クロロホルム(トリクロロメタン)：毒物類

(18)　航空法
○航空法施行規則
・第194条(輸送禁止の物件)
航空機による爆発物等の輸送基準等を定める告示
第2条(分類及び区分)
別表第1
クロロホルム：毒物類　毒物

16　その他の情報

参考文献

(1)　国立衛生試験所化学物質情報部編、厚生省生活化学安全対策室監修、ICSC国内委員会監訳、国際化学物質安全性カード(ICSC)日本語版、化学工業日報社(1992)
(2)　厚生省薬務局安全課監修、毒劇物基準関係通知集(改訂増補版)、p.223、p.559、薬務公報社(1991)
(3)　後藤、池田、原編、産業中毒便覧、医歯薬出版(1977)
(4)　労働省安全衛生部監修、危険・有害物便覧、中央労働災害防止協会(1972)

(5) Registry of Toxic Effects of Chemical Substances(RTECS), NIOSH(1994)
(6) 日本化学会編、化学防災指針集成、I 物質編、p. I-411～I-413、丸善(1996)
(7) 通商産業省基礎産業局化学品安全課監修、化学品検査協会編集、化審法の既存化学物質安全性点検データ集、日本化学物質安全・情報センター(JETOC)(1992)
(8) 環境庁環境化学物質研究会編、環境化学物質要覧、丸善(1988)
(9) 有機合成化学協会編、新版 溶剤ポケットブック、オーム社(1994)
(10) EHC 163(1994)
(11) CERI・NITE有害性評価書No.16 (2004)
(12) IARC 73 (1999)
(13) CaPSAR (2001)
(14) DFGOT vol.14 (2000)
(15) NITE DB(access on December 2005)
(16) IRIS (2001)
(17) NITE初期ﾘｽｸ評価書No.16 (2005)
(18) CICAD58 (2004)
(19) National Toxicology Program Annual Report, U. S. Dept. of Health and Human Services(1985-1993)
(20) クロロカーボン衛生協会編集・発行、クロロカーボン適正使用ハンドブック(2000)
(22) 国立衛生試験所化学物質情報部、化学物質の安全性評価－国連IPCS環境保健クライテリア抄訳－(クロロホルム p. 226-234)、化学工業日報社(1995)
(23) 労働省安全衛生部労働衛生課編、新版 有機溶剤中毒予防規則の解説、中央労働災害防止協会(1998)
(24) 労働省安全衛生部労働衛生課編、新版 有機溶剤作業主任者テキスト、中央労働災害防止協会(1997)
(25) 労働省安全衛生部化学物質調査課編、有機溶剤作業主任者の実務－能力向上教育用テキスト－、中央労働災害防止協会(1992)
(26) 労働省労働衛生課編、改訂 有機溶剤中毒予防の知識と実践－作業者教育用テキストー中央労働災害防止協会(1990)
(27) 労働省労働衛生課編、局所排気・空気清浄装置の標準設計と保守管理 (上)局所排気装置編及び(下)空気清浄装置編、中央労働災害防止協会(1985)
(28) 労働省安全衛生部環境改善室編、局所排気装置の風量調整確認者テキスト、中央労働災害防止協会(1997)
(29) 労働省安全衛生部環境改善室編、作業環境測定ガイドブック 5－有機溶剤関係－、(社)日本作業環境測定協会(1998)
(30) 化学物質管理促進法 ＰＲＴＲ・ＭＳＤＳ 対象物質全データ、化学工業日報社(2000)

記載内容の取扱い

全ての資料や文献を調査したわけではないため、情報漏れがあるかも知れません。危険性及び有害性の評価は、必ずしも十分でないので、取扱いには十分注意して下さい。また、新しい知見の発表や従来の説の訂正により内容に変更が生じます。重要な決定等にご利用される場合は、出典等をよく検討されるか、試験によって確かめられることをおすすめします。なお、含有量、物理的及び化学的性質等の数値は、保証値ではありません。また、注意事項は、通常的な取扱を対象としたもので、特殊な取扱いの場合には、この点にご配慮をお願いします。

記載内容の問い合わせ先

担当部門

電話番号
ファックス番号
メールアドレス

クロロカーボン衛生協会 環境委員会

作　　成　平成 7年(1995) 6月　日
最新改訂　平成19年(2007) 4月　日

参考資料４　　参考とした資料

1. 紙パルプ製造技術シリーズ③　パルプの洗浄・精選・漂白　/ 紙パルプ技術協会
2. 「ＰＲＴＲ算出」業界別マニュアル　製紙工業　（平成 14 年 3 月改版）/日本製紙連合会
3. クロロホルム化学物質等安全データシート（ＭＳＤＳ）/クロロカーボン衛生協会